

## ⑪ 公開特許公報 (A)

昭62-135965

⑫ Int.Cl.<sup>4</sup>  
G 06 F 15/60識別記号  
厅内整理番号  
6615-5B

⑬ 公開 昭和62年(1987)6月18日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全 15 頁)

## ⑭ 発明の名称 自由曲面作成方法

⑮ 特願 昭60-277448

⑯ 出願 昭60(1985)12月9日

特許法第30条第1項適用 昭和60年10月13日 社団法人精機学会主催の昭和60年度精機学会秋季大会において学術講演会論文集をもつて発表

⑰ 発明者	倉賀野 哲造	東京都品川区北品川6丁目7番35号	ソニー株式会社内
⑱ 発明者	菊池 敦	東京都品川区北品川6丁目7番35号	ソニー株式会社内
⑲ 出願人	ソニー株式会社	東京都品川区北品川6丁目7番35号	
⑳ 代理人	弁理士 田辺 恵基		

## 明細書

## 1. 発明の名称

自由曲面作成方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 枠組み処理によつて境界曲線で囲まれる多数の枠組み空間を形成し、上記枠組み空間に所定のベクトル関数で表されるパッチを張ることにより、自由曲面を生成するようになされた自由曲面作成方法において、

上記多数のパッチのうち、隣合う第1及び第2のパッチを指定し、

上記第1のパッチを表すベクトル関数の1階微係数でなり、上記第1のパッチの共有境界に沿う方向及び横断する方向の2つのベクトルでなる第1の接線ベクトルを求める、

上記第2のパッチを表すベクトル関数の1階微係数でなり、上記第2のパッチの共有境界に沿う方向及び横断する方向の2つのベクトルでなる第

## 2 の接線ベクトルを求める、

上記第1及び第2の接線ベクトルを、上記共有境界において接平面連続の条件が成り立つように設定し、当該設定された上記第1及び第2の接線ベクトルによって上記第1及び第2のパッチの内部に指定された位置を、内部の制御点として用いて上記第1及び第2のパッチの上記共有境界周りの曲面を制御することにより、上記第1及び第2のパッチを接続する

ことを特徴とする自由曲面作成方法。

(2) 上記枠組み空間に張られるパッチを3次の補間演算式によつて表してなる特許請求の範囲第1項に記載の自由曲面作成方法。

(3) 上記多数のパッチを1次元的方向に順次接続されるように枠組みしてなる特許請求の範囲第1項に記載の自由曲面作成方法。

(4) 上記内部の制御点を、上記共有境界の両端における境界曲線の形態の変化に対応する数式を用いて演算するようにしてなる特許請求の範囲第1項に記載の自由曲面作成方法。

## 3. 発明の詳細な説明

以下の順序で本発明を説明する。

## A 産業上の利用分野

## B 発明の概要

## C 従来の技術

## D 発明が解決しようとする問題点

## E 問題点を解決するための手段(第1図)

## F 作用(第1図)

## G 実施例(第1図～第7図)

## H 発明の効果

## A 産業上の利用分野

本発明は自由曲面作成方法に関し、例えば C A D (computer aided design)、又は C A M (computer aided manufacturing)において、自由曲面をもつた形状を生成する場合に適用して好適なものである。

## B 発明の概要

本発明は、C A D、又はC A Mなどにおける自由

(3)

境界曲線を利用して所定の関数によって表現できる曲面を補間演算することができれば、全体としてデザイナがデザインした自由曲面(2次関数で規定できないものを言う)を生成することができる。ここで各枠組み空間に張られた曲面は全体の曲面を構成する基本要素を形成し、これをパッチと呼ぶ。

従来この種のC A Dシステムにおいては、境界曲線網を表現する数式として、計算が容易な例えばベジエ(Bezier)式、Bスプライン(B-spline)式である3次のテンソルが使われており、例えば形状的に特殊な特徴がないような自由曲面を数式表現するには最適であると考えられている。

## D 発明が解決しようとする問題点

しかしこの従来の数式表現は、形状的に特徴がある曲面(例えば大きく歪んだ形状をもつ曲面)に適用する場合には、パッチ相互間の接続方法に困難があり、高度な数学的演算処理を実行する必要があるため、コンピュータによる演算処理が複

曲面作成方法において、隣合う2つのパッチを、1階微係数が共有境界において接平面連続の条件をもつように内部の制御点を設定するようにしたことにより、隣合う2つのパッチを滑らかな自由曲面をもつように接続することができる。

## C 従来の技術

例えばC A Dの手法を用いて、自由曲面をもつた物体の形状をデザインする場合、一般に、デザイナは曲面が通るべき3次元空間における複数の点を指定し、当該指定された複数の点を結ぶ境界曲線網を、所定の関数を用いてコンピュータによつて演算させることにより、いわゆるワイヤーフレームで表現された曲面を作成する。かくして境界曲線によつて囲まれた多数の枠組み空間を形成することができる(このような処理を以下枠組みと呼ぶ)。

かかる枠組み処理によつて形成された境界曲線網は、それ自体デザイナがデザインしようとする大まかな形状を表しており、各枠組み空間を囲む

(4)

難かつ膨大になる問題がある。

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、テンソル積の数式表現が簡素である利点を生かすように、簡素な数式表現のまま隣接するパッチ相互間を接平面連続の条件の下に簡易に接続することによつて、複雑な曲面を簡易な数式表現をもつ補間演算式によつて演算し得るようにした自由曲面作成方法を提案しようとするものである。

## E 問題点を解決するための手段

かかる問題点を解決するため本発明においては、枠組み処理によつて境界曲線で囲まれる多数の枠組み空間を形成し、この枠組み空間に所定のベクトル関数で表されるパッチを張ることにより、自由曲面を生成するようになされた自由曲面作成方法において、多数のパッチのうち、隣合う第1及び第2のパッチ  $S_{(u,v)_1}$ 、 $S_{(u,v)_2}$  を指定し、第1のパッチ  $S_{(u,v)_1}$  を表すベクトル関数の1階微係数であり、当該第1のパッチ  $S_{(u,v)_1}$  の共有境界C O Mに沿う方向及び横断する方向の2つのベ

(5)

(6)

クトルでなる第1の接線ベクトル  $a_1 \sim a_3$  を求め、第2のパツチ  $S_{(u,v)z}$  を表すベクトル関数の1階微係数でなり、上記第2のパツチの共有境界COMに沿う方向及び横断する方向の第2の接線ベクトル  $c_1 \sim c_3$  を求め、第1及び第2の接線ベクトル  $a_1 \sim a_3$  及び  $c_1 \sim c_3$  を上記共有境界において接平面連続の条件が成り立つように設定し、当該設定された第1及び第2の接線ベクトル  $a_1, a_2$  及び  $c_1, c_2$  によって第1及び第2のパツチ  $S_{(u,v)1}, S_{(u,v)2}$  の内部に指定された位置を、内部の制御点  $P_{(11)1}, P_{(11)2}$  及び  $P_{(12)1}, P_{(12)2}$  として用いて第1及び第2のパツチ  $S_{(u,v)1}$  及び  $S_{(u,v)2}$  の共有境界COM周りの曲面を制御することにより、第1及び第2のパツチ  $S_{(u,v)1}$  及び  $S_{(u,v)2}$  を接続するようにする。

#### P 作用

第1及び第2のパツチ  $S_{(u,v)1}$  及び  $S_{(u,v)2}$  の内部の制御点  $P_{(11)1}, P_{(11)2}$  及び  $P_{(12)1}, P_{(12)2}$

(7)

$S_{(u,v)1}$  及び第2のパツチ  $S_{(u,v)2}$  が共に保有している境界（これを共有境界と呼ぶ）の一端の位置を表す位置ベクトルでなり、(1)式は、位置ベクトルでなる制御点  $P_{(11)1}$  を基準にして、第1及び第2のパツチ  $S_{(u,v)1}$  及び  $S_{(u,v)2}$  上の自由曲面を表現する。

また、(1)式においてE、Fはシフト演算子で、パツチ  $S_{(u,v)1}$  及び  $S_{(u,v)2}$  上の位置ベクトルで表される制御点  $P_{(11)1}$  に対して次式、

$$E \cdot P_{(11)1} = P_{(11)2} \quad \dots \dots (2)$$

$$F \cdot P_{(11)1} = P_{(12)1} \quad \dots \dots (3)$$

の関係をもつ。

さらに(1)式において、u、vは0~1の間の値を変化するパラメータで、第1図に示すように、第1及び第2のパツチ  $S_{(u,v)1}$  及び  $S_{(u,v)2}$  に対してそれぞれ制御点  $P_{(11)1}$  から横方向にu軸をとり、かつ縦方向にv軸をとつた座標(u, v)を用いてパツチ  $S_{(u,v)1}$  及び  $S_{(u,v)2}$  内の自由曲面上の座標を表すことができる。

(9)

$P_{(11)1}$  の立体曲面上の位置が、各パツチの1階微係数が共有境界COMにおいて接平面連続の条件を満足するような位置に設定される。

かくして2つのパツチ  $S_{(u,v)1}$  及び  $S_{(u,v)2}$  の共有境界COMにおける曲面は滑らかに接続されることになる。

#### G 実施例

以下図面について、本発明の一実施例を詳述する。

##### (G1) パツチ接続の原理

この実施例において、枠組みされた境界曲線及び枠組み空間に張られるパツチを次式のベクトル関数  $S_{(u,v)}$  、

$$S_{(u,v)} = (1 - u + uE)^m$$

$$\cdot (1 - v + vF)^n \cdot P_{(11)1} \dots \dots (1)$$

で表される3次のベジエ式を用いて表現する。

ここで  $P_{(11)1}$  は、第1図に示すように、隣合う枠組み空間に張られた曲面すなわち第1のパツチ

(8)

さらに(1)式においてm及びnは、ベジエ曲面を、m次及びn次の演算式を用いて表現することを表している。第1図の場合m=3、n=3に選定して3次のベジエ式を用いて自由曲面を表現するようになされ、かくして  $S_{(u,v)1}$  は16個の制御点、すなわち  $P_{(11)1} \sim P_{(11)2}, P_{(11)1} \sim P_{(12)1}, P_{(12)1} \sim P_{(12)2}, P_{(12)2} \sim P_{(11)2}$  で表現されることになる。また第2のパツチ  $S_{(u,v)2}$  も同様にして16個の制御点  $P_{(21)1} \sim P_{(21)2}, P_{(21)1} \sim P_{(22)1}, P_{(22)1} \sim P_{(22)2}, P_{(22)2} \sim P_{(21)2}$  によって表現することができる。

このような2つのパツチ  $S_{(u,v)1}$  及び  $S_{(u,v)2}$  は、デザイナによる枠組み処理によって、作られた境界曲線網上に張られており、この2つのパツチ間に共有境界COMをもつていい。ここで、各境界曲線に沿つて設定された制御点は、枠組み処理時に各境界曲線を3次のベジエ式で表すために設定され、各境界曲線の両端における凸面側位置に4つの制御点が指定されている。これに対し

(10)

て境界曲線によつて囲まれた枠組み空間内部の制御点は、当該枠組み空間に自由曲面を張るために3次のベジエ式を用いて補間演算するために設定される。かくして各枠組み空間の曲面は、16個の制御点によつて表される。

ところで、枠組み処理によつて形成された境界曲線網の多数の枠組み空間に、それぞれ別個に自由曲面を張つてパツチを生成した場合、隣合うパツチの共有境界における曲面は一般に滑らかにはならない。そこでこの実施例においては、2つのパツチ  $S_{(u,v),1}$  及び  $S_{(u,v),2}$  を、共有境界 COM において滑らかに接続するように、各パツチの制御点を設定し直して、これらの制御点を用いてパツチに張るべき自由曲面を補間演算する。これにより、境界曲線網に枠組みされた曲面全体に亘つて全てのパツチを滑らかに接続して行くことができるにより、多くの物体の外形形状を自然に表現できる。

この共有境界 COM における接続は、接平面連続の条件を満足するような制御辺ベクトル  $a_1 \sim a_4$  、  $b_1 \sim b_4$  、  $c_1 \sim c_4$  を求めて実現される。制御辺ベクトル  $a_1 \sim a_4$  、  $b_1 \sim b_4$  は制御点  $P_{(u,v),1}$  、  $P_{(u,v),2}$  、  $P_{(u,v),3}$  、  $P_{(u,v),4}$  から第1のパツチ  $S_{(u,v),1}$  の隣の制御点  $P_{(u,v),5}$  、  $P_{(u,v),6}$  、  $P_{(u,v),7}$  、  $P_{(u,v),8}$  に向かうベクトルで表される。また、制御辺ベクトル  $c_1 \sim c_4$  は、制御点  $P_{(u,v),1}$  、  $P_{(u,v),2}$  、  $P_{(u,v),3}$  、  $P_{(u,v),4}$  から第2のパツチ  $S_{(u,v),2}$  の隣の制御点  $P_{(u,v),9}$  、  $P_{(u,v),10}$  、  $P_{(u,v),11}$  、  $P_{(u,v),12}$  に向かうベクトルである。さらに制御辺ベクトル  $b_1 \sim b_4$  は、制御点  $P_{(u,v),1}$  から  $P_{(u,v),5}$  に向かうベクトル、制御点  $P_{(u,v),2}$  から  $P_{(u,v),9}$  に向かうベクトル、制御点  $P_{(u,v),3}$  から  $P_{(u,v),10}$  に向かうベクトルである。

かくして共有境界 COM 周りの曲面が、制御辺ベクトル  $a_1 \sim a_4$  、  $b_1 \sim b_4$  、  $c_1 \sim c_4$  によつて表され、これらの制御辺ベクトルを用いて接平面連続の条件式を求める。接平面連続の条件は、第1に共有境界 COM の線上の各点について、第1のパツチ  $S_{(u,v),1}$  の  $u$  方向の接線ベクトルと、第2のパツチ  $S_{(u,v),2}$  の  $u$  方向の接線ベクトルと、

(11)

(12)

第2のパツチ  $S_{(u,v),2}$  の  $v$  方向を指定する共有境界 COM の接線ベクトルとが同一平面上に存在することである。ここで接平面は、共有境界の各点での  $u$  方向及び  $v$  方向の接線ベクトルによつて形成される平面を呼び、従つて共有境界の各点においてパツチ  $S_{(u,v),1}$  及び  $S_{(u,v),2}$  の接平面が同一のとき、接平面連続の条件が成立立つ。

例えば、一方の節点でなる制御点  $P_{(u,v),1}$  についての接平面連続の条件は、第2図に示すように決められる。すなわちパツチ  $S_{(u,v),1}$  について、共有境界 COM を横断する方向（すなわち  $u$  方向）の接線ベクトル  $a_1$  、及び共有境界 COM に沿う方向（すなわち  $v$  方向）の接線ベクトル  $b_1$  の法線ベクトル  $n_1$  は、

$$n_1 = a_1 \times b_1 \quad \dots \dots (4)$$

で表され、またパツチ  $S_{(u,v),2}$  について、共有境界 COM を横断する方向の接線ベクトル  $c_1$  、及び共有境界 COM に沿う方向の接線ベクトル  $b_1$  の法線ベクトル  $n_2$  は、

(13)

$$n_2 = c_1 \times b_1 \quad \dots \dots (5)$$

で表される。ここで接平面連続というためには、接線ベクトル  $a_1$  、  $b_1$  及び  $c_1$  、  $b_1$  が同一平面になければならず、その結果法線ベクトル  $n_1$  及び  $n_2$  は同一方向に向くことになる。

かかる接平面連続の条件を満足する数式を次式

$$\begin{aligned} a_1(v) &= \frac{\partial S_{(u,v),1}}{\partial u} \\ -a_1(v) &= \frac{\partial S_{(u,v),1}}{\partial u} \\ +b_1(v) &= \frac{\partial S_{(u,v),1}}{\partial v} \quad \dots \dots (6) \end{aligned}$$

である。(6)式において  $\partial S_{(u,v),1} / \partial u$  及び  $\partial S_{(u,v),1} / \partial v$  は、それぞれ共有境界 COM 上の点  $(u, v)$  におけるパツチ  $S_{(u,v),1}$  及び  $S_{(u,v),2}$  の  $u$  方向の接線ベクトル（すなわち横断接線ベクトル）を表し、(1)式を1階偏微分することにより、

(14)

$$\frac{\partial S_{(u, v)}}{\partial u} = 3(1 - v + vF)^2 a,$$

…… (7)

$$\frac{\partial S_{(u, v)}}{\partial u} = 3(1 - v + vF)^2 c,$$

…… (8)

になる。ただし、

$$a_j = P_{(0, j)} - P_{(0, j-1)} \quad (j = 0, 1, 2, 3) \quad \dots \dots (9)$$

$$c_j = P_{(0, j+1)} - P_{(0, j)} \quad (j = 0, 1, 2, 3) \quad \dots \dots (10)$$

である。

また  $\partial S_{(u, v)} / \partial v$  は、共有境界 C O M 上のバツチ  $S_{(u, v)}$  の v 方向の接線ベクトルで、(1) 式を 1 階偏微分することにより、

(15)

$$\frac{\partial S_{(u, v)}}{\partial v} = 3(1 - v + vF)^2 b,$$

…… (11)

になる。ただし、

$$b_j = P_{(j, 1)} - P_{(j, 0)} \quad (j = 1, 2, 3) \quad \dots \dots (12)$$

である。

また (6) 式のスカラ関数  $\lambda(v)$ 、 $\mu(v)$ 、 $\nu(v)$  として

$$\lambda(v) = (1 - v) + v \quad \dots \dots (13)$$

$$\mu(v) = \kappa_1(1 - v) + \kappa_2 v \quad \dots \dots (14)$$

$$\begin{aligned} \nu(v) = & \eta_1(1 - v)^2 \\ & + (\eta_1 + \eta_2)((1 - v) + v) \\ & + \eta_2 v^2 \end{aligned} \quad \dots \dots (15)$$

に選定してこれを (6) 式に代入する。

(15)

(16)

(13) 式～(15) 式のスカラ関数  $\lambda(v)$ 、 $\mu(v)$ 、 $\nu(v)$  は、数式の形として、 $(1 - v)$  の項及び  $v$  の項と、その積の項とをもち、 $\mu(v)$  及び  $\nu(v)$  には、未知数  $\kappa_1$ 、 $\kappa_2$  及び  $\eta_1$ 、 $\eta_2$  を含んでいる。かくして (13) 式～(15) 式を (6) 式に代入して展開したとき、(6) 式の右辺及び左辺が共に、 $(1 - v)^4$ 、 $v(1 - v)^3$ 、 $v^2(1 - v)^2$ 、 $v^3(1 - v)$ 、 $v^4$  の項の和の形に整理できるようになる。かくして (6) 式に対して、(7) 式、(8) 式、(11) 式と、(13) 式、(14) 式、(15) 式とを代入して整理した各項ごとに、係数部が互いに等しくなるよう未知数  $\kappa_1$ 、 $\kappa_2$  及び  $\eta_1$ 、 $\eta_2$  を選定すれば、結局共有境界 C O M において、接平面連続の条件を満足させることができるような制御辺ベクトル  $a_0 \sim a_3$ 、 $b_1 \sim b_3$ 、 $c_0 \sim c_3$  を設定することができる。

実際上、(6) 式の各項の係数部を互いに等しいとおくと共に、(7) 式、(8) 式、(11) 式に含まれている  $F$  を (2) 式の関係から消去すれ

ば、それぞれ  $(1 - v)^4$ 、 $v(1 - v)^3$ 、 $v^2(1 - v)^2$ 、 $v^3(1 - v)$ 、 $v^4$  の項の条件から

$$c_0 = \kappa_1 a_0 + \eta_1 b_1 \quad \dots \dots (16)$$

$$\begin{aligned} 3c_1 + c_0 = & 3\kappa_1 a_1 + \kappa_2 a_0 \\ & + 2\eta_1 b_2 + (\eta_1 + \eta_2) b_1 \end{aligned} \quad \dots \dots (17)$$

$$\begin{aligned} 3c_2 + 3c_1 = & 3\kappa_1 a_2 + 3\kappa_2 a_1 \\ & + \eta_1 b_3 + 2(\eta_1 + \eta_2) b_2 \\ & + \eta_2 b_1 \end{aligned} \quad \dots \dots (18)$$

$$\begin{aligned} c_3 + 3c_2 = & \kappa_1 a_3 + 3\kappa_2 a_2 \\ & + (\eta_1 + \eta_2) b_3 + 2\eta_2 b_2 \end{aligned} \quad \dots \dots (19)$$

$$c_3 = \kappa_2 a_3 + \eta_2 b_3 \quad \dots \dots (20)$$

の関係式を得ることができる。

(17)

(18)

結局 (16) 式～(20) 式を満足するような制御辺ベクトル  $a_0 \sim a_3$ 、 $b_1 \sim b_3$ 、 $c_1 \sim c_3$  を、未知数  $\kappa_1$ 、 $\kappa_2$  及び  $\eta_1$ 、 $\eta_2$  を必要に応じて設定して行くことによつて、決めることができ、その結果 (6) 式に基づく接平面連続の条件を満足させながら第1及び第2のバツチ  $S_{(u,v)1}$  及び  $S_{(u,v)2}$  を滑らかに接続することができる。

## (62) 1次元的な接続方法

このように (1) 式で表されたベジエ曲面のうち、3次式の数式を用いて2つのバツチの共有境界を連続的に接続することができるが、この実施例においては、かかる数式表現によつて第3図に示すように1方向(例えば横方向)に複数のバツチ……SE1、SE2、SE3、SE4、SE5……を順次接続して行くことによつて全体として帶状に接続する自由曲面を生成して行く。

そのため、(16) 式～(20) 式において、 $c_0$ 、 $c_1$ 、 $c_2$ 、 $c_3$  を消去した後、制御辺ベクトル  $b_1$ 、 $b_2$ 、 $b_3$  を消去することにより、次式

(19)

$$a_2 = \frac{a_3 + 2a_0}{3} \quad \dots \dots (23)$$

のようく表し得ると共に、制御辺ベクトル  $a_1$  及び  $a_3$  間にある制御辺ベクトル  $a_2$  は、

$$a_2 = \frac{2a_3 + a_0}{3} \quad \dots \dots (24)$$

のようく表し得る。そして (23) 式及び (24) 式を (22) 式に代入することによつて、制御辺ベクトル  $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$  をその変化率が一定になるように設定すれば、(22) 式の関係を満足させることができることが分かる。

次に (16) 式を (17) 式に代入すると、次式

$$c_1 = \kappa_1 a_1 + \frac{\kappa_2 - \kappa_1}{3} a_0 + \frac{2\eta_1}{3} b_2 + \frac{\eta_2}{3} b_1 \quad \dots \dots (25)$$

によつて第2のバツチ  $S_{(u,v)2}$  の制御辺ベクトル

(21)

$$(\kappa_1 - \kappa_2)(a_0 - 3a_1 + 3a_2 - a_3) = 0 \quad \dots \dots (21)$$

で示すように、第1のバツチ  $S_{(u,v)1}$  側の制御辺ベクトル  $a_0 \sim a_3$  のみで表される式を得る。

ここで、第2項を0とおけば、制御辺ベクトル  $a_0 \sim a_3$  について

$$a_0 - 3a_1 + 3a_2 - a_3 = 0 \quad \dots \dots (22)$$

の関係があれば接平面連続の条件式を満足することが分かる。

ここで、(22) 式の関係から、枠組みの際に既知の制御辺ベクトル  $a_0$ 、 $a_3$  を用いて制御辺ベクトル  $a_1$ 、 $a_2$  を求めれば、接平面連続の条件式を満足するバツチ  $S_{(u,v)1}$  の内部の制御点  $P_{(111)}$ 、 $P_{(121)}$  を決めることができる。

かかる演算をする際に、制御辺ベクトル  $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$  をその変化率が一定になるよう設定すると、制御辺ベクトル  $a_1$  及び  $a_2$  間にある制御辺ベクトル  $a_2$  は、

(20)

$c_1$  を得ることができ、また (20) 式を (19) 式に代入することによつて、次式

$$c_2 = \kappa_2 a_2 + \frac{\kappa_1 - \kappa_2}{3} a_3 + \frac{2\eta_1}{3} b_2 + \frac{2\eta_2}{3} b_1 \quad \dots \dots (26)$$

によつて制御辺ベクトル  $c_2$  を求めることができる。

(25) 式及び (26) 式に、(23) 式及び (24) 式を代入すれば、制御辺ベクトル  $c_1$  及び  $c_2$  は

$$c_1 = \frac{1}{3} (\kappa_1 a_2 + (\kappa_1 + \kappa_2) a_3 + 2\eta_1 b_2 + \eta_2 b_1) \quad \dots \dots (27)$$

$$c_2 = \frac{1}{3} (\kappa_2 a_3 + (\kappa_1 + \kappa_2) a_3 + 2\eta_2 b_2 + \eta_1 b_1) \quad \dots \dots (28)$$

(22)

のように、既知の制御辺ベクトル  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ 、 $c_1$ 、 $c_2$  によって表されることになる。

#### (63) 框組みの形態による条件

ところで、制御辺ベクトル  $c_1$ 、 $c_2$  の値は、框組み処理によって形成された共有境界 COM の両端位置の節点を構成する制御点  $P_{(1,0)}$  及び  $P_{(0,1)}$  における制御辺ベクトル  $a_1$ 、 $b_1$ 、 $c_1$  及び  $a_2$ 、 $b_2$ 、 $c_2$  の関係によって異なる影響を受ける。そこで、框組みの形態を 3 つの類型に分類し、各類型ごとに第 1 及び第 2 のパッチ  $S_{(u,v)_1}$  及び  $S_{(u,v)_2}$  の制御辺ベクトル  $a_1$ 、 $a_2$  及び  $c_1$ 、 $c_2$  を決める。

この実施例の場合、制御辺ベクトル  $a_1$ 、 $a_2$  及び  $c_1$ 、 $c_2$  を決める手法として、次に述べるように、一方の制御辺ベクトル  $a_1$ 、 $a_2$  を変更せずに他方の制御辺ベクトルのみを変更することにより、接平面連続の条件を成立させるようとする。

すなわち框組みの形態は、共有境界 COM の両端の節点となる制御点  $P_{(1,0)}$  及び  $P_{(0,1)}$  において、

(23)

$$c_1 = \frac{1}{3} (x_2 a_0 + (x_1 + x_2) a_1) \quad \dots \dots (31)$$

として求めることができる。

これに対して  $x_1$  及び  $x_2$  が互いに等しい場合には、 $x_1 = x_2 = x$  とおいてこれを (30) 式及び (31) 式に代入することによつて

$$c_1 = \frac{1}{3} (x a_0 + 2 x a_1) \dots \dots (32)$$

$$c_2 = \frac{1}{3} (x a_0 + 2 x a_1) \dots \dots (33)$$

と表すことができる。

従つて制御点  $P_{(1,0)}$  及び  $P_{(0,1)}$  において  $u$  方向に向かう制御辺ベクトルが共に平行になるように框組みされた 2 つのパッチ間を接平面連続の条件によつて接続するためには、一方のパッチの制御辺ベクトル  $a_1$ 、 $a_2$  に対して、他方のパッチの制御辺ベクトル  $c_1$ 、 $c_2$  を、(30) 式、(31)

(25)

2 つのパッチ  $S_{(u,v)_1}$  及び  $S_{(u,v)_2}$  の方向に向かう制御辺ベクトル  $a_1$ 、 $c_1$  及び  $a_2$ 、 $c_2$  が互いに平行であるか否かによつて分類する。

#### (1) 両方が平行の場合

第 3 図において共有境界 COM 1 によって示すように、共有境界 COM 1 の両端の制御点  $P_{(1,0)}$  及び  $P_{(0,1)}$  において、2 つの制御辺ベクトル  $a_1$ 、 $c_1$  及び  $a_2$ 、 $c_2$  がそれ自身に平行である場合、接平面連続の条件を満足するためには、(16) 式及び (20) 式において  $\kappa_1$  及び  $\kappa_2$  は

$$\kappa_1 = 0, \kappa_2 = 0 \dots \dots (29)$$

でなければならない。

この条件を (27) 式及び (28) 式に代入すると、 $\kappa_1$  及び  $\kappa_2$  が互いに等しくない場合には、制御辺ベクトル  $c_1$  及び  $c_2$  は次式

$$c_1 = \frac{1}{3} (x_2 a_0 + (x_1 + x_2) a_1) \dots \dots (30)$$

(24)

式及び (32) 式、(33) 式で表すような関係に選定すれば良い。

#### (2) 一方が平行でない場合

第 3 図において共有境界 COM 3 について示すように、第 1 に、一方の節点である制御点  $P_{(1,0)}$  の制御辺ベクトル  $a_1$ 、 $c_1$  が互いに平行でない場合には、 $\kappa_1$ 、 $\kappa_2$  の関係は、(16) 式及び (20) 式から

$$\kappa_1 \neq 0, \kappa_2 = 0 \dots \dots (34)$$

にならなければならず、これを (27) 式及び (28) 式に代入する。ここで  $\kappa_1$  及び  $\kappa_2$  が互いに等しくなければ、制御辺ベクトル  $c_1$  及び  $c_2$  は、

$$c_1 = \frac{1}{3} (x_1 a_0 + (x_1 + x_2) a_1 + 2 \kappa_1 b_1) \dots \dots (35)$$

$$c_2 = \frac{1}{3} (x_2 a_0 + (x_1 + x_2) a_2 + 2 \kappa_2 b_2) \dots \dots (36)$$

(26)

$$+ \eta_1 b_1] \quad \dots \dots (36)$$

のように、制御点  $P_{(00)}$  及び  $P_{(01)}$  における  $u$  方向の制御辺ベクトル  $a_0$  及び  $a_1$  と、共有境界 COM 3 に沿う  $v$  方向の制御辺ベクトル  $b_1$ 、 $b_2$  とによって決まる関係に設定すれば、接平面連続の条件を満足させながら 2 つのパッチを接続することができる。

これに対して  $\kappa_1$  及び  $\kappa_2$  が互いに等しい場合には、(35) 式及び (36) 式において  $\kappa_1 = \kappa_2 = \kappa$  とおけば、

$$c_1 = \frac{1}{3} (\kappa a_0 + 2 \kappa a_1 + 2 \eta_1 b_1) \quad \dots \dots (37)$$

$$c_2 = \frac{1}{3} (\kappa a_0 + 2 \kappa a_1 + \eta_1 b_1) \quad \dots \dots (38)$$

と表し得る。

(27)

COM 3 に沿う  $v$  方向の制御辺ベクトル  $b_1$ 、 $b_2$  とによって決まる関係に設定すれば、接平面連続の条件を満足させながら 2 つのパッチを接続することができる。

これに対して  $\kappa_1$  及び  $\kappa_2$  が互いに等しい場合には、(40) 式及び (41) 式において  $\kappa_1 = \kappa_2 = \kappa$  とおけば、

$$c_1 = \frac{1}{3} (\kappa a_0 + 2 \kappa a_1 + \eta_1 b_1) \quad \dots \dots (42)$$

$$c_2 = \frac{1}{3} (\kappa a_0 + 2 \kappa a_1 + 2 \eta_2 b_2) \quad \dots \dots (43)$$

と表し得る。

### (3) 両方が平行でない場合

第 3 図において共有境界 COM 2 で示すように、両端の節点でなる制御点  $P_{(00)}$  及び  $P_{(01)}$  におけ

(29)

また第 2 に、第 3 図において共有境界 COM 3 について示すように、他方の節点でなる制御点  $P_{(00)}$  の制御辺ベクトル  $a_0$ 、 $c_0$  が互いに平行でない場合には、 $\eta_1$ 、 $\eta_2$  の関係は、(16) 式及び (20) 式から

$$\eta_1 = 0, \eta_2 \neq 0 \quad \dots \dots (39)$$

にならなければならず、これを (27) 式及び (28) 式に代入する。ここで  $\kappa_1$  及び  $\kappa_2$  が互いに等しくなければ、制御辺ベクトル  $c_1$  及び  $c_2$  は、

$$c_1 = \frac{1}{3} (\kappa_1 a_0 + (\kappa_1 + \kappa_2) a_1 + \eta_2 b_1) \quad \dots \dots (40)$$

$$c_2 = \frac{1}{3} (\kappa_2 a_0 + (\kappa_1 + \kappa_2) a_1 + 2 \eta_2 b_2) \quad \dots \dots (41)$$

のように、制御点  $P_{(00)}$  及び  $P_{(01)}$  における  $u$  方向の制御辺ベクトル  $a_0$ 、 $a_1$  と、共有境界 C

(28)

る  $u$  方向の制御辺ベクトル  $a_0$ 、 $c_0$  及び  $a_1$ 、 $c_0$  がそれぞれ互いに平行でない場合、 $\eta_1$  及び  $\eta_2$  の関係は、(16) 式及び (20) 式から

$$\eta_1 \neq 0, \eta_2 \neq 0 \quad \dots \dots (44)$$

の関係にならなければならない。

ここで  $\kappa_1$  及び  $\kappa_2$  が互いに等しくないときには、次式

$$c_1 = \frac{1}{3} (\kappa_1 a_0 + (\kappa_1 + \kappa_2) a_1 + 2 \eta_1 b_1 + \eta_2 b_2) \quad \dots \dots (45)$$

$$c_2 = \frac{1}{3} (\kappa_2 a_0 + (\kappa_1 + \kappa_2) a_1 + 2 \eta_2 b_2 + \eta_1 b_1) \quad \dots \dots (46)$$

で示すように、(27) 式及び (28) 式で表される関係と同じ条件で、制御辺ベクトル  $c_1$  及び  $c_2$  が求められる。

これに対して  $\kappa_1$  及び  $\kappa_2$  が互いに等しいとき

(30)

には、(45)式及び(46)式において $\kappa_1 = \kappa_2 = \kappa$ とおくことにより、制御辺ベクトル $c_1$ 及び $c_2$ は

$$c_1 = \frac{1}{3} (\kappa a_3 + 2\kappa a_0 + 2\eta_1 b_2 + \eta_2 b_1) \quad \dots \dots (47)$$

$$c_2 = \frac{1}{3} (\kappa a_0 + 2\kappa a_3 + 2\eta_2 b_2 + \eta_1 b_1) \quad \dots \dots (48)$$

のよう表現することができる。

このようにして節点の制御点 $P_{(0,0)}$ 及び $P_{(0,3)}$ における $\kappa$ 方向の制御辺ベクトルが互いに等しくないときには、(45)式、(46)式又は(47)式及び(48)式によって表される関係に制御辺ベクトル $c_1$ 及び $c_2$ を選定することによって2つのパツチを接平面連続の条件によって接続することができる。

(31)

算を実行する。ここで、境界曲線周りの制御辺ベクトルが補間演算の基礎位置データに用いられる。

かくして第1図について上述したように、共有境界COMについて、その両端の節点である制御点 $P_{(0,0)}$ 及び $P_{(0,3)}$ と、この制御点 $P_{(0,1)}$ 及び $P_{(0,2)}$ 間の2つの制御点 $P_{(1,0)}$ 及び $P_{(1,3)}$ とが設定される。

同様にして他の境界曲線についても、節点 $P_{(0,0)}$ 及び $P_{(0,1)}$ 間、 $P_{(0,1)}$ 及び $P_{(0,2)}$ 間、 $P_{(0,2)}$ 及び $P_{(0,3)}$ 間、 $P_{(1,0)}$ 及び $P_{(1,1)}$ 間、 $P_{(1,1)}$ 及び $P_{(1,2)}$ 間、 $P_{(1,2)}$ 及び $P_{(1,3)}$ 間、 $P_{(2,0)}$ 及び $P_{(2,1)}$ 間、 $P_{(2,1)}$ 及び $P_{(2,2)}$ 間、 $P_{(2,2)}$ 及び $P_{(2,3)}$ 間にそれぞれ制御点 $P_{(0,0)}$ 及び $P_{(0,1)}$ 、 $P_{(0,1)}$ 及び $P_{(0,2)}$ 、 $P_{(0,2)}$ 及び $P_{(0,3)}$ 、 $P_{(1,0)}$ 及び $P_{(1,1)}$ 、 $P_{(1,1)}$ 及び $P_{(1,2)}$ 、 $P_{(1,2)}$ 及び $P_{(1,3)}$ 、 $P_{(2,0)}$ 及び $P_{(2,1)}$ 、 $P_{(2,1)}$ 及び $P_{(2,2)}$ 、 $P_{(2,2)}$ 及び $P_{(2,3)}$ が設定される。

このようにして隣合う2つのパツチ $S_{(0,1)}$ 及び $S_{(1,1)}$ の境界曲線についてそれぞれ3次のベジエ式を表す4つの制御点が指定されると共に、4つの境界曲線に囲まれた各パツチの内部に、各境界線について両端の節点間に指定された2つの

(33)

#### (64) パツチ接続処理手順

第3図に示すように、パツチを帯状に1次元的に接続する処理は、これをコンピュータによつて第4図に示す処理手順を実行することにより実現し得る。

第4図において、ステップSP1において接続処理手順が開始されると、コンピュータはステップSP2においてパツチデータを読み込む。このパツチデータは例えば別途デザイナが自由曲面をデザインする際に、3次元空間に境界曲線網を枠組みすることにより得られる。この枠組み処理に異常がなければ、境界曲線によつて閉まれている隣合うパツチは共有境界COMをもつており、従つて以下に述べる接続処理によつてこの共有境界COMにおいて2つのパツチを接平面連続の条件の下に滑らかに接続することができる。

コンピュータはステップSP2においてパツチデータを読み込んだとき、3次のベジエ式で表される曲面を対応する境界曲線上に張る際に必要とされる16個の制御点を設定してパツチ内の補間演

(32)

制御点に対応する4つの制御点 $P_{(0,0)}$ 、 $P_{(0,1)}$ 、 $P_{(0,2)}$ 、 $P_{(0,3)}$ 、 $P_{(1,0)}$ 、 $P_{(1,1)}$ 、 $P_{(1,2)}$ 、 $P_{(1,3)}$ が指定される。

かくして隣合う2つのパツチ $S_{(0,1)}$ 及び $S_{(1,1)}$ に対して3次のベジエ式で表された曲面をそれぞれ張ることができる。

コンピュータはこの2つの曲面について、その共有境界COMを挟んで指定されている制御点によつて構成される制御辺ベクトル $\kappa_0 \sim a_3$ 、 $b_1 \sim b_3$ 、 $c_0 \sim c_3$ を用いて2つのパツチが接平面連続の条件を満足するよう共有境界COMの節点の制御点 $P_{(0,0)}$ 及び $P_{(0,3)}$ 間の制御点 $P_{(0,1)}$ 及び $P_{(0,2)}$ から各パツチ内部の中間制御点 $P_{(0,1)}$ 、 $P_{(0,2)}$ 及び $P_{(1,1)}$ 、 $P_{(1,2)}$ に向かう制御辺ベクトル $a_1$ 、 $a_2$ 及び $c_1$ 、 $c_2$ を演算し直すことによつて、1次元的な接続を以下に述べるステップによつて実現する。

すなわちコンピュータは次のステップSP3において、接続すべき2つのパツチ $S_{(0,1)}$ 及び $S_{(1,1)}$ を指定した後、ステップSP4に移る。

(34)

このステップ S P 4 は、接続しようとする 2 つのパッチの共有境界 C O M の両端にある制御点  $P_{(e1)}$  及び  $P_{(e2)}$  において、制御辺ベクトルが同一平面上にあるかどうかを調べる。すなわち制御点  $P_{(e1)}$  において制御辺ベクトル  $a_1$ 、 $b_1$ 、 $c_1$  が同一平面になれば、接平面連続の条件が成り立たないことになり、同様に節の制御点  $P_{(e2)}$  において制御辺ベクトル  $a_2$ 、 $b_2$ 、 $c_2$  が同一平面になれば接平面連続の条件が成り立たないことになる。そこでコンピュータはステップ S P 4 において肯定結果が得られたときには次のステップ S P 5 に進み、これに対して否定結果が得られたときには、ステップ S P 6 において同一平面にない制御辺ベクトルを回転させることによって同一平面上に修正した後次のステップ S P 5 に進む。

このステップ S P 5 は制御点  $P_{(e1)}$  及び  $P_{(e2)}$  にある 2 つの制御点  $P_{(e1)}$  及び  $P_{(e2)}$  について、各パッチ  $S_{(e1, v1)}$  及び  $S_{(e2, v2)}$  に向かう制御辺ベクトル  $a_1$ 、 $a_2$  及び  $c_1$ 、 $c_2$  として接平面連

(35)

て、次のステップ S P 6 において表示装置を用いて各パッチを囲む境界曲線の各点における法線ベクトル及びパッチ内の等高線を表示することにより、2 つのパッチの接続が滑らかであるか否かをオペレータが目視確認できるように表示する。

例えば第 5 図に示すように、共有境界 C O M の両端の制御点  $P_{(e1)}$  及び  $P_{(e2)}$  における係数  $\kappa_1$  及び  $\kappa_2$  が互いに異なる場合にも、オペレータは第 6 図に示すように、ステップ S P 2 ~ S P 5 の接続処理によって生成された曲面の共有境界 C O M における法線ベクトルが同一になることを、他の境界線上の法線ベクトルと共に目視確認し得る。

この表示を見てオペレータは次のステップ S P 7 において、各パッチ  $S_{(e1, v1)}$  及び  $S_{(e2, v2)}$  について共有境界 C O M 上の法線ベクトルが互いに一致したか否かを確認でき、一致していない場合にはステップ S P 8 においてその原因を調べ、必要に応じて数値的な修正を行う。かくして一連のパッチ接続処理手順をステップ S P 9 において終了する。

(37)

続の条件を満足する位置ベクトルを求めて設定します。この実施例の場合、制御辺ベクトル  $a_1$  及び  $a_2$  は、(23) 式及び(24)式について上述したように、制御点  $P_{(e1)}$  から  $P_{(e2)}$  に向かう方向すなわち  $v$  方向に座標を移動させて行ったときの横断接線ベクトルの変化率が一定であるものとして決められた制御辺ベクトル  $a_1$ 、 $a_2$  に基づいて設定される。

かくして設定された制御辺ベクトル  $a_1$ 、 $a_2$  に基づいて(27)式及び(28)式を用いて他方のパッチの制御辺ベクトル  $c_1$ 、 $c_2$  を演算する。

この実施例の場合、コンピュータによるこのステップ S P 5 における演算は、枠組み処理の仕方によつて共有境界 C O M の両端位置における境界曲線の形態に応じて、 $v$  方向の制御辺ベクトルが平行か否かの条件に基づいてそれぞれ異なる演算式を用いて制御辺ベクトル  $c_1$ 、 $c_2$  を求めるようになされている( (29) 式 ~ (48) 式)。

かくしてコンピュータは隣合う 2 つのパッチ相互間を接平面連続の条件で接続する処理を終わつ

(36)

#### (65) 実施例の効果

上述のように構成すれば、オペレータが枠組み処理によつて形成した枠組み空間に張られた隣合うパッチを、その 1 段階微係数が共有境界において接平面連続となるように接続することができ、かくして全体として滑らかな自由曲面を生成できる曲面作成装置を得ることができる。

かくするにつき、3 次の補間演算式を用いるようにしたことにより、作成した曲面の予測が容易な条件の下でパッチの接続をし得る。

また上述の実施例のように、枠組み形態が異なるとき、これに応じて異なる補間演算式を用いるようにしたことにより、多様な枠組み形態に最適な条件で、パッチを滑らかに接続することができる。

また、第 6 図について上述したように、共有境界 C O M の法線ベクトルを表示装置によって表示することにより、パッチの接続結果を誤りなく表示することができる。因に、上述のように接続処理をする前の不連続のままにすると、2 つのパッ

(38)

$S_{(u,v)1}$  及び  $S_{(u,v)2}$  の共有境界 COM の法線ベクトルは一致しないので第 7 図に示すように開いた状態に表示されるのにに対して、接続処理をすれば、第 6 図について上述したように、2 つのパッチの法線ベクトルは閉じて 1 本のよう表示される。かくして共有境界が連続であることを容易に目視確認できる。

#### (06) 他の実施例

なお上述においては、(21) 式及び (22) 式に基づいて制御辺ベクトル  $a_1$  及び  $a_2$  を設定するにつき、v 方向に見たときの横断接線ベクトルの変化率が一定であるという条件を用いた場合について述べたが、これに代え、例えば (22) 式において

$$a_1 - 3a_2 = 0 \quad \dots \dots (49)$$

となるように制御辺ベクトル  $a_1$  を

$$a_1 = \frac{1}{3} a_2 \quad \dots \dots (50)$$

(39)

パッチの補間演算をする場合について述べたが、数式の次数はこれに限らず 4 次以上にしても良い。

さらに上述においては、パッチの補間演算をベジエ式を用いた場合について述べたが、これに限らず、スプライン式、クーンズ (Coons) 式、フォーガソン (Ferguson) 式などの他の数式を用いるようにしても良い。

#### H 発明の効果

以上のように本発明によれば、隣合う 2 つのパッチの内部の曲面を表す制御点を、各パッチのベクトル間数の 1 階微係数である接線ベクトルを用いて、接平面連続の条件を満足するように設定するようにしたことにより、2 つのパッチを容易に滑らかに接続することができる自由曲面作成装置を実現し得る。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明による自由曲面作成方法において用いられる制御辺ベクトルを示す略線図、第 2

のように設定し、その結果制御辺ベクトル  $a_1$  が (22) 式の関係から

$$a_1 = \frac{1}{3} a_2 \quad \dots \dots (51)$$

のように設定することができる。

このようにして設定した制御辺ベクトル  $a_1$  及び  $a_2$  に基づいて、(50) 式及び (51) 式を、(25) 式及び (26) 式に代入することによって制御辺ベクトル  $c_1$  及び  $c_2$  を次式

$$c_1 = \frac{1}{3} (x_1 a_1 + 2 \gamma_1 b_1 + \gamma_2 b_2) \quad \dots \dots (52)$$

$$c_2 = \frac{1}{3} (x_2 a_2 + 2 \gamma_2 b_2 + \gamma_1 b_1) \quad \dots \dots (53)$$

として求めることができる。

また上述においては、3 次のベジエ式を用いて

(40)

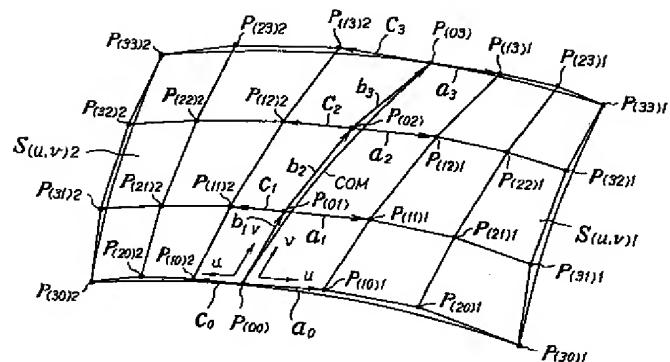
図は第 1 図の共有境界における接平面連続の条件の説明に供する略線図、第 3 図はパッチの 1 次元的接続である枠組み形態を示す略線図、第 4 図は 2 つのパッチを接続する際に用いられる接続処理手順を示すフローチャート、第 5 図は枠組の一例を示す略線図、第 6 図は本発明の実施例によつて接続した場合の共有境界の接続状態の表示を示す略線図、第 7 図は接続処理をする前の接続状態を示す略線図である。

$S_{(u,v)1}$ 、 $S_{(u,v)2}$  ……パッチ、 $a_1 \sim a_8$ 、 $b_1 \sim b_8$ 、 $c_1 \sim c_8$  ……制御辺ベクトル、 $P_{(00)} \sim P_{(01)}$ 、 $P_{(10)} \sim P_{(11)}$ 、 $P_{(00)2} \sim P_{(00)3}$  ……制御点、 $SE1 \sim SE5$  ……パッチ、 $COM$ 、 $COM1 \sim COM3$  ……共有境界。

代理人 田辺 恵基

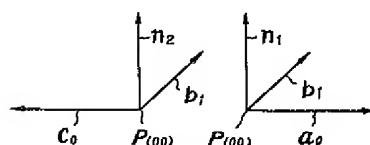
(41)

(42)



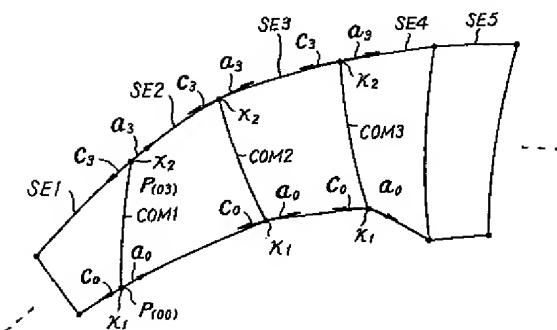
2つのパッチの制御辺ベクトル

第1図



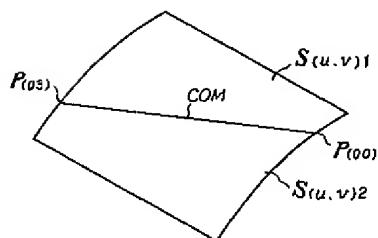
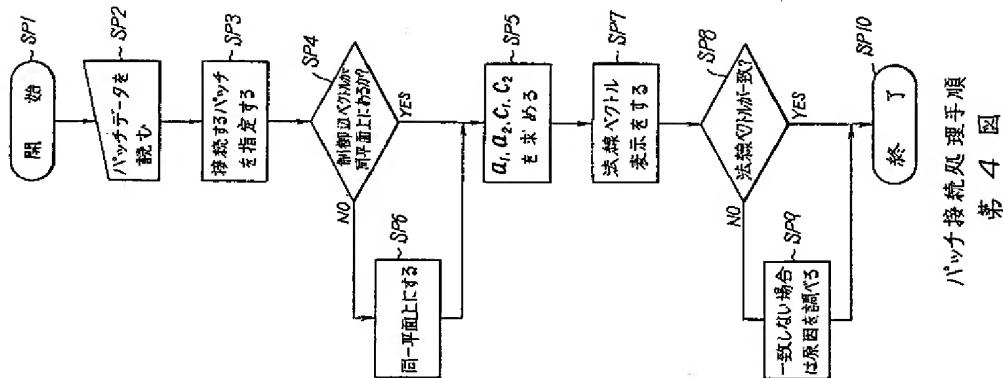
接平面連続の条件

第2図

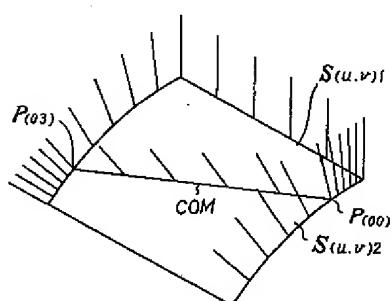


パッチの1次元的接続

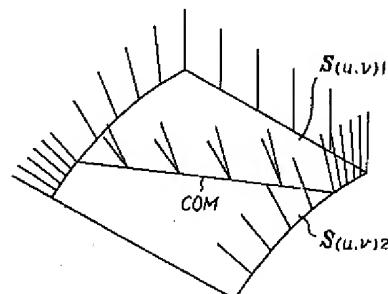
第3図



$K_1 \neq K_2$  の構組  
第5図



実施例による接続結果  
第6図



本発明による接続結果  
第7図

## 手続補正書

昭和61年7月//日

特許庁長官 宇賀道郎 殿

適

## 1. 事件の表示

昭和60年特許願第277448号

## 2. 発明の名称

自由曲面作成方法

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

名称 (218) ソニー株式会社

代表者 大賀典雄

## 4. 代理人 〒150 (電話03-470-6591)

住所 東京都渋谷区神宮前三丁目22番10号

齊藤ビル4階

氏名 (8274) 弁理士 田辺 恵基

## 5. 補正の対象

明細書の「発明の詳細な説明」及び「図面の簡単な説明」の欄、並びに図面

方式 玄沢



このような条件の下に、接平面連続というためには、接線ベクトル  $H_a$ 、 $H_b$  及び  $H_c$ 、 $H_d$  が同一平面上に存在しなければならず、その結果法線ベクトル  $n_a$  及び  $n_b$  は同一方向に向くことになる。

ここで、

$$H_a = \frac{\partial S(u, v)}{\partial u} \quad \dots \dots (40)$$

$$H_b = \frac{\partial S(u, v)}{\partial v} \quad \dots \dots (41)$$

$$H_c = \frac{\partial S(u, v)}{\partial u} \quad \dots \dots (42)$$

- (2) 同、第37頁1行、「ステップSP6」を、「ステップSP7」と訂正する。
- (3) 同、第42頁5行、「フロチヤート」を、「フローチャート」と訂正する。
- (4) 第2図を別紙の通り訂正する。

## 6. 補正の内容

(1) 明細書、第13頁8行～第14頁(5)式から4行、「例えば、一方の……向くことになる。」を、下記のように訂正する。

「すなわち、共有境界COM上の任意点  $P_{(u, v)}$  についての接平面連続の条件は、第2図に示すように決められる。すなわちバツチ  $S_{(u, v)}$  について、共有境界COMを横断する方向(すなわち $v$ 方向)の接線ベクトル  $H_a$ 、及び共有境界COMに沿う方向(すなわち $v$ 方向)の接線ベクトル  $H_b$  の法線ベクトル  $n_a$  は、

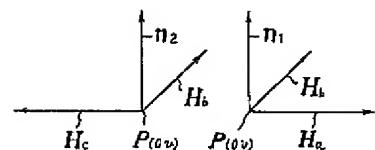
$$n_a = H_a \times H_b \quad \dots \dots (4A)$$

で表され、またバツチ  $S_{(u, v)}$  について、共有境界COMを横断する方向の接線ベクトル  $H_a$  及び共有境界COMに沿う方向の接線ベクトル  $H_b$  の法線ベクトル  $n_b$  は、

$$n_b = H_a \times H_b \quad \dots \dots (4B)$$

で表される。

(2)



接平面連続の条件  
第2図

## 手続補正書

昭和61年8月6日

特許庁長官 黒田明雄殿

通

## 1. 事件の表示

昭和60年特許願第277448号

## 2. 発明の名称

自由曲面作成方法

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

名称 (218)ソニーブル式会社

代表者 大賀典雄

## 4. 代理人 〒150 (電話03-470-6591)

住所 東京都渋谷区神宮前三丁目22番10号

齊藤ビル4階

氏名 (8274) 弁理士 田辺 恵基



## 5. 補正の対象

明細書の「発明の詳細な説明」の欄

## 6. 補正の内容

- (1) 明細書、第7頁1行、「 $a_0 \sim a_1$ 」を、「 $a_0, / a_1, a_2, / a_3$ 」と訂正する。
- (2) 同、第7頁5行、「 $c_0 \sim c_1$ 」を、「 $c_0, / c_1, c_2, / c_3$ 」と訂正する。
- (3) 同、第7頁6行、「 $a_0 \sim a_1$ 」及び「 $c_0 \sim c_1$ 」を削除する。
- (4) 同、第10頁19行～20行、「における凸面側位置に」を削除する。
- (5) 同、第11頁20行～第12頁1行、「 $a_0 \sim a_1, b_0 \sim b_1, c_0 \sim c_1$ 」を、「 $a_0, a_1, b_0, b_1, c_0, c_1$ 」と訂正する。
- (6) 同、第12頁14行～17行、「かくして共有境界COM……条件式を求める。」を次のように訂正する。  
 $a_0, a_1, b_0, b_1, c_0, c_1$  は枠組として設定されているため接平面連続条件を使って  $a_0, a_1, c_0, c_1$  を求めることにより内部の制御点  $P_{0000}, P_{0010}, P_{0100}, P_{0110}$

(2)

を求める。」

- (7) 同、第14頁(6)式から3行、「 $(u, v)$ 」を削除する。
- (8) 同、第17頁16行、「 $a_0 \sim a_1, b_0 \sim b_1, c_0 \sim c_1$ 」を、「 $a_0, a_1, c_0, c_1$ 」と訂正する。
- (9) 同、第19頁1行～4行、「結局(16)式……行くことによつて、」を、次のように訂正する。  
 $(16)$ 式より未知数  $a_0, a_1$  が決まり、  
 $(20)$ 式より未知数  $b_0, b_1$  が決まり、  
 $(17)$ 式～ $(19)$ 式より  $a_0, a_1, c_0, c_1$  を、」
- (10) 同、第19頁18行～19行、「制御辺ベクトル  $b_0, b_1, b_2$ 」を消去することにより、「」を削除する。
- (11) 同、第20頁(21)式から3行、「おけば、」を、「おけば、」と訂正する。
- (12) 同、第20頁下から4行、「かかる演算をする際に」を、「別の方法として」と訂正する。
- (13) 同、第22頁(26)式から1行、「によつて」

の後に、「第2のバツチ  $S_{(u, v), 2}$ 」を挿入する。

- (14) 同、第37頁13行～14行、「 $S P 7$ 」を、「 $S P 8$ 」と訂正する。
- (15) 同、第37頁17行、「 $S P 8$ 」を、「 $S P 9$ 」と訂正する。
- (16) 同、第37頁19行、「 $S P 9$ 」を、「 $S P 10$ 」と訂正する。
- (17) 同、第41頁5行～6行、「フォーガソン」を、「ファーガソン」と訂正する。

(3)

(4)

**PAT-NO:** JP362135965A  
**DOCUMENT-  
IDENTIFIER:** JP 62135965 A  
**TITLE:** FREE CURVED  
SURFACE  
PREPARING METHOD  
**PUBN-DATE:** June 18, 1987

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
KURAGANO, TETSUZO	
KIKUCHI, ATSUSHI	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
SONY CORP	N/A

**APPL-NO:** JP60277448

**APPL-DATE:** December 9, 1985

**INT-CL (IPC) : G06F015/60**

**ABSTRACT:**

PURPOSE: To execute the calculating processing of a complicated curved surface with a simple interpolating calculation by connecting easily the mutual section between adjoining patches under the condition of a tangent plane continuity.

CONSTITUTION: Out of many patches, the first and second adjacent patches  $S(u, v)1$  and  $S(u, v)2$  are designated, composed of one step fine coefficient of a vector function to show the first patch, the first tangent rectors  $a_0 \sim a_3$  composed of two vectors on the direction along a

sharing border COM of the said first patch and the direction to cross the COM are obtained, composed of one step fine coefficient of the vector function to show the second patch, the second tangent vector C0~C3 of the direction along the sharing border COM of the second patch and the direction to cross the COM are obtained, the first and second tangent vectors are set so that the conditions of the tangent plane continuity can be established in the above-mentioned sharing border, and by the first and second set tangent vectors a1, a2 and c1, c2, the position designated in the first and second patches is used as internal control points P(11)1, P(12)1 and P(11)2, P(12)2.

COPYRIGHT: (C) 1987, JPO&Japio